

10/53036

27.08.2004

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

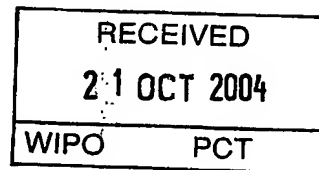
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 9月 5日

出願番号
Application Number: 特願2003-314479

[ST. 10/C]: [JP 2003-314479]

出願人
Applicant(s): 日本電信電話株式会社



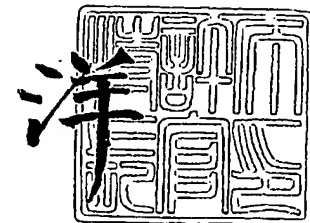
PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Best Available Copy

2004年10月 7日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願
【整理番号】 NTTH155954
【提出日】 平成15年 9月 5日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H04L 12/56
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 松井 健一
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 金田 昌樹
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 八木 毅
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 成瀬 勇一
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 村山 純一
【特許出願人】
 【識別番号】 000004226
 【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100064621
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 山川 政樹
 【電話番号】 03-3580-0961
【選任した代理人】
 【識別番号】 100067138
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 黒川 弘朗
【選任した代理人】
 【識別番号】 100098394
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 山川 茂樹
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 006194
 【納付金額】 21,000円
【その他】 国等の委託研究の成果に係る特許出願（平成14年度通信・放送機構、テラビット級スーパーネットワークの研究開発、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの）
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0205287

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

コネクションの多重伝送機能を有する伝送リンクとコネクションの交換機能を有するコネクション交換ノードとを備えたコネクション型ネットワークに対して端末機能部としてコネクションレス型パケット転送ノードおよびコネクションレス型パケット通信端末を付加することにより、前記コネクション型ネットワーク上に論理的に構築されたコネクションレス型パケット転送ネットワークにおいて、前記コネクションレス型パケット通信端末間で通信を行うパケット転送方法であって、

コネクションレス型パケット転送ノードとパケットを受信する宛先コネクションレス型パケット通信端末との間に配置されたコネクション交換ノードの数が最小となるコネクションレス型パケット転送ノードをコネクションの設定対象として選択する転送ノード選択手順と、

制御装置から前記コネクション交換ノードを制御して、パケットを送信する送信元コネクションレス型パケット通信端末と前記設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードとの間に第 1 のコネクションを設定する第 1 のコネクション設定手順と、

前記制御装置から前記コネクション交換ノードを制御して、前記設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードと前記宛先コネクションレス型パケット通信端末との間に第 2 のコネクションを設定する第 2 のコネクション設定手順とを備えることを特徴とするパケット転送方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載のパケット転送方法において、

前記送信元コネクションレス型パケット通信端末から前記宛先コネクションレス型パケット通信端末へのパケットが前記第 1 のコネクションを使って送信されるように、前記制御装置から前記送信元コネクションレス型パケット通信端末を制御する送信設定手順と、

前記送信元コネクションレス型パケット通信端末から前記宛先コネクションレス型パケット通信端末へのパケットが前記第 2 のコネクションへ転送されるように、前記制御装置から前記設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードを制御する転送設定手順とを備えることを特徴とするパケット転送方法。

【請求項 3】

コネクションの多重伝送機能を有する伝送リンクとコネクションの交換機能を有するコネクション交換ノードとを備えたコネクション型ネットワークに対して端末機能部としてコネクションレス型パケット転送ノードおよびコネクションレス型パケット通信端末を付加することにより、前記コネクション型ネットワーク上に論理的に構築されたコネクションレス型パケット転送ネットワークにおいて、前記コネクションレス型パケット通信端末間で通信を行うパケット転送方法であって、

コネクションレス型パケット転送ノードとパケットを送信する送信元コネクションレス型パケット通信端末との間に配置されたコネクション交換ノードの数が最小となるコネクションレス型パケット転送ノードをコネクションの第 1 の設定対象として選択する第 1 の転送ノード選択手順と、

コネクションレス型パケット転送ノードとパケットを受信する宛先コネクションレス型パケット通信端末との間に配置されたコネクション交換ノードの数が最小となるコネクションレス型パケット転送ノードをコネクションの第 2 の設定対象として選択する第 2 の転送ノード選択手順と、

制御装置から前記コネクション交換ノードを制御して、前記第 1 の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードと前記第 2 の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードとの間に第 1 のコネクションを設定する第 1 のコネクション設定手順と、

前記制御装置から前記コネクション交換ノードを制御して、前記送信元コネクションレス型パケット通信端末と前記第 1 の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードとの間に第 2 のコネクションを設定する第 2 のコネクション設定手順と、

前記制御装置から前記コネクション交換ノードを制御して、前記第 2 の設定対象のコネ

クションレス型パケット転送ノードと前記宛先コネクションレス型パケット通信端末との間に第3のコネクションを設定する第3のコネクション設定手順とを備えることを特徴とするパケット転送方法。

【請求項4】

請求項3記載のパケット転送方法において、

前記送信元コネクションレス型パケット通信端末から前記宛先コネクションレス型パケット通信端末へのパケットが前記第2のコネクションを使って送信されるように、前記制御装置から前記送信元コネクションレス型パケット通信端末を制御する送信設定手順と、

前記送信元コネクションレス型パケット通信端末から前記宛先コネクションレス型パケット通信端末へのパケットが前記第1のコネクションへ転送されるように、前記制御装置から前記第1の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードを制御する第1の転送設定手順と、

前記送信元コネクションレス型パケット通信端末から前記宛先コネクションレス型パケット通信端末へのパケットが前記第3のコネクションへ転送されるように、前記制御装置から前記第2の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードを制御する第2の転送設定手順とを備えることを特徴とするパケット転送方法。

【請求項5】

コネクションの多重伝送機能を有する伝送リンクとコネクションの交換機能を有するコネクション交換ノードとを備えたコネクション型ネットワークに対して端末機能部としてコネクションレス型パケット転送ノードおよびコネクションレス型パケット通信端末を付加することにより、前記コネクション型ネットワーク上に論理的に構築されたコネクションレス型パケット転送ネットワークにおいて、前記コネクションレス型パケット通信端末間で通信を行うパケット転送方法であって、

パケットを送信する送信元コネクションレス型パケット通信端末が所属する第1のエリアのコネクションレス型パケット転送ノードをコネクションの第1の設定対象として選択する第1の転送ノード選択手順と、

パケットを受信する宛先コネクションレス型パケット通信端末が所属する第2のエリアのコネクションレス型パケット転送ノードをコネクションの第2の設定対象として選択する第2の転送ノード選択手順と、

コネクションレス型パケット転送ノードと前記送信元コネクションレス型パケット通信端末との間に配置されたコネクション交換ノードの数が最小となるコネクションレス型パケット転送ノードをコネクションの第3の設定対象として選択する第3の転送ノード選択手順と、

コネクションレス型パケット転送ノードと前記宛先コネクションレス型パケット通信端末との間に配置されたコネクション交換ノードの数が最小となるコネクションレス型パケット転送ノードをコネクションの第4の設定対象として選択する第4の転送ノード選択手順と、

制御装置から前記コネクション交換ノードを制御して、前記第1の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードと前記第2の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードとの間に第1のコネクションを設定する第1のコネクション設定手順と、

前記制御装置から前記コネクション交換ノードを制御して、前記送信元コネクションレス型パケット通信端末と前記第3の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードとの間に第2のコネクションを設定する第2のコネクション設定手順と、

前記制御装置から前記コネクション交換ノードを制御して、前記第3の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードと前記第1の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードとの間に第3のコネクションを設定する第3のコネクション設定手順と、

前記制御装置から前記コネクション交換ノードを制御して、前記第4の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードと前記宛先コネクションレス型パケット通信端末との間に第4のコネクションを設定する第4のコネクション設定手順と、

前記制御装置から前記コネクション交換ノードを制御して、前記第2の設定対象のコネ

クションレス型パケット転送ノードと前記第4の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードとの間に第5のコネクションを設定する第5のコネクション設定手順とを備えることを特徴とするパケット転送方法。

【請求項6】

請求項5記載のパケット転送方法において、

前記送信元コネクションレス型パケット通信端末から前記宛先コネクションレス型パケット通信端末へのパケットが前記第2のコネクションを使って送信されるように、前記制御装置から前記送信元コネクションレス型パケット通信端末を制御する送信設定手順と、

前記送信元コネクションレス型パケット通信端末から前記宛先コネクションレス型パケット通信端末へのパケットが前記第3のコネクションへ転送されるように、前記制御装置から前記第3の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードを制御する第1の転送設定手順と、

前記送信元コネクションレス型パケット通信端末から前記宛先コネクションレス型パケット通信端末へのパケットが前記第1のコネクションへ転送されるように、前記制御装置から前記第1の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードを制御する第2の転送設定手順と、

前記送信元コネクションレス型パケット通信端末から前記宛先コネクションレス型パケット通信端末へのパケットが前記第5のコネクションへ転送されるように、前記制御装置から前記第2の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードを制御する第3の転送設定手順と、

前記送信元コネクションレス型パケット通信端末から前記宛先コネクションレス型パケット通信端末へのパケットが前記第4のコネクションへ転送されるように、前記制御装置から前記第4の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードを制御する第4の転送設定手順とを備えることを特徴とするパケット転送方法。

【請求項7】

請求項5記載のパケット転送方法において、

前記第1のエリア内に存在する前記第3の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードと前記第1の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードとの間をこの第1のエリア内に存在する複数のコネクションレス型パケット転送ノードとコネクションを経由して接続し、前記第2のエリア内に存在する前記第4の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードと前記第2の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードとの間をこの第2のエリア内に存在する複数のコネクションレス型パケット転送ノードとコネクションを経由して接続することを特徴とするパケット転送方法。

【請求項8】

請求項1、3または5のいずれか1項に記載のパケット転送方法において、

前記コネクションレス型パケット転送ノードにおいて送受信したパケットについて送信元アドレスと宛先アドレスの対で規定されるフロー毎にフローの帯域を統計情報として記録し、記録した統計情報を前記制御装置に通知する通知手順と、

前記制御装置において前記コネクションレス型パケット転送ノードから通知された統計情報に基づき、送信元アドレスと宛先アドレスと帯域の情報を前記フロー毎に登録したフローリストを作成するフローリスト作成手順とを備え、

前記コネクションを設定する際に、通過するフローの帯域の合計値が所定のしきい値を超過しているコネクションレス型パケット転送ノードを前記フローリストにより検出した場合は、このコネクションレス型パケット転送ノードを経由しないコネクションを設定することを特徴とするパケット転送方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】パケット転送方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、波長バス多重リンクおよび波長バス交換ノードで構成されるフォトニックネットワークのようなコネクション型ネットワーク上に、IP (Internet Protocol) を用いるルータがパケットを交換するような論理的なコネクションレス型パケット転送ネットワークを構築した場合に、コネクションレス型パケット転送ノードが輻輳しないよう、コネクション型ネットワークにおけるコネクション設定を行うパケット転送方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、波長バス多重リンクおよび波長バス交換ノードで構成されるフォトニックネットワークのようなコネクション型ネットワーク上に、IPを用いるルータがパケットを交換するような論理的コネクションレス型パケット転送ネットワークを構築する技術が知られている。本技術により構成されるネットワークにおいてトラヒックを転送するためには、コネクション型ネットワークのコネクションである波長バスの設定を行う必要がある。

【0003】

そのような従来技術として、テラビット級スーパーネットワークがある。テラビット級スーパーネットワークは、テラビット級スーパーネットワーク外部のネットワークとテラビット級スーパーネットワークを接続するPE (Provider Edge) ルータ、PE間をIPv6 (Internet Protocol Version6) レイヤで接続する電気P (Provider) ルータ、そしてPEルータと電気Pルータとを波長レイヤで接続する光P (Provider) ルータで構成される。現在提案されている、テラビット級スーパーネットワークにおけるコネクション設定は、PEルータ～電気Pルータ～PEルータ間に、光Pルータを経由する波長バスを設定し、波長バス上を流れるIPv6パケットを各ルータが転送することで行われる (非特許文献1参照)。さらに、トラヒック要求の多いPEルータ間には、電気Pルータを経由しない波長バスも設定される (非特許文献2参照)。図11は従来のテラビット級スーパーネットワークの構成を示すブロック図である。図11において、501はPEルータ、502は電気Pルータ、503は光Pルータ、504はPEルータ501と接続された外部網である。

【0004】

なお、出願人は、本明細書に記載した先行技術文献情報で特定される先行技術文献以外には、本発明に関連する先行技術文献を出願時までに発見するに至らなかった。

【非特許文献1】村山純一、八木毅、辻元孝博、櫻井俊之、松井健一、住本順一、金田昌樹、松田和浩、石井啓之、「テラビット級スーパーネットワーク (TSN) の研究開発」, 社団法人電子情報通信学会, 2003年電子情報通信学会総合大会, B-7-81, 2003年3月

【非特許文献2】松井健一、櫻井俊之、金田昌樹、村山純一、石井啓之、「TSNにおけるカットスルー光バス割当方式の設計」, 社団法人電子情報通信学会, 2003年電子情報通信学会総合大会, B-7-84, 2003年3月

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、テラビット級スーパーネットワークにおいては、PEルータと電気Pルータ間を波長バスで接続し、PEルータからネットワーク内の他のすべてのPEルータへ向かうIPv6パケットが電気Pルータに集中するか、あるいは、電気Pルータを経由するIPv6パケットがある電気Pルータに集中することにより、電気Pルータが輻輳し通信品質が劣化する可能性がある。このため、従来方法では、トラヒック要求の多いPEルータ間を、電気Pルータを経由せずカットスルーして直接光バスで接続する。このよう

な光パスをカットスルー光パスと称する。しかし、ネットワークが大規模化した場合、ネットワーク内に配置されるPEルータ数よりも、1つのPEルータが保持するコネクション接続インタフェース数が非常に少なくなり、トラヒック要求の多いPEルータ間を必ずしもカットスルー光パスで接続できないという問題点があった。

【0006】

本発明は、以上のような問題点を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、網内に設定できるカットスルー光パスの本数を増加させるパケット転送方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、コネクションの多重伝送機能を有する伝送リンクとコネクションの交換機能を有するコネクション交換ノードとを備えたコネクション型ネットワークに対して端末機能部としてコネクションレス型パケット転送ノードおよびコネクションレス型パケット通信端末を付加することにより、前記コネクション型ネットワーク上に論理的に構築されたコネクションレス型パケット転送ネットワークにおいて、前記コネクションレス型パケット通信端末間で通信を行うパケット転送方法であって、コネクションレス型パケット転送ノードとパケットを受信する宛先コネクションレス型パケット通信端末との間に配置されたコネクション交換ノードの数が最小となるコネクションレス型パケット転送ノードをコネクションの設定対象として選択する転送ノード選択手順と、制御装置から前記コネクション交換ノードを制御して、パケットを送信する送信元コネクションレス型パケット通信端末と前記設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードとの間に第1のコネクションを設定する第1のコネクション設定手順と、前記制御装置から前記コネクション交換ノードを制御して、前記設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードと前記宛先コネクションレス型パケット通信端末との間に第2のコネクションを設定する第2のコネクション設定手順とを備えるものである。

また、本発明のパケット転送方法の1構成例は、前記送信元コネクションレス型パケット通信端末から前記宛先コネクションレス型パケット通信端末へのパケットが前記第1のコネクションを使って送信されるように、前記制御装置から前記送信元コネクションレス型パケット通信端末を制御する送信設定手順と、前記送信元コネクションレス型パケット通信端末から前記宛先コネクションレス型パケット通信端末へのパケットが前記第2のコネクションへ転送されるように、前記制御装置から前記設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードを制御する転送設定手順とを備えるものである。

【0008】

また、本発明のパケット転送方法は、コネクションレス型パケット転送ノードとパケットを送信する送信元コネクションレス型パケット通信端末との間に配置されたコネクション交換ノードの数が最小となるコネクションレス型パケット転送ノードをコネクションの第1の設定対象として選択する第1の転送ノード選択手順と、コネクションレス型パケット転送ノードとパケットを受信する宛先コネクションレス型パケット通信端末との間に配置されたコネクション交換ノードの数が最小となるコネクションレス型パケット転送ノードをコネクションの第2の設定対象として選択する第2の転送ノード選択手順と、制御装置から前記コネクション交換ノードを制御して、前記第1の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードと前記第2の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードとの間に第1のコネクションを設定する第1のコネクション設定手順と、前記制御装置から前記コネクション交換ノードを制御して、前記送信元コネクションレス型パケット通信端末と前記第1の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードとの間に第2のコネクションを設定する第2のコネクション設定手順と、前記制御装置から前記コネクション交換ノードを制御して、前記第2の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードと前記宛先コネクションレス型パケット通信端末との間に第3のコネクションを設定する第3のコネクション設定手順とを備えるものである。

また、本発明のパケット転送方法の1構成例は、前記送信元コネクションレス型パケッ

ト通信端末から前記宛先コネクションレス型パケット通信端末へのパケットが前記第2のコネクションを使って送信されるように、前記制御装置から前記送信元コネクションレス型パケット通信端末を制御する送信設定手順と、前記送信元コネクションレス型パケット通信端末から前記宛先コネクションレス型パケット通信端末へのパケットが前記第1のコネクションへ転送されるように、前記制御装置から前記第1の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードを制御する第1の転送設定手順と、前記送信元コネクションレス型パケット通信端末から前記宛先コネクションレス型パケット通信端末へのパケットが前記第3のコネクションへ転送されるように、前記制御装置から前記第2の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードを制御する第2の転送設定手順とを備えるものである。

【0009】

また、本発明のパケット転送方法は、パケットを送信する送信元コネクションレス型パケット通信端末が所属する第1のエリアのコネクションレス型パケット転送ノードをコネクションの第1の設定対象として選択する第1の転送ノード選択手順と、パケットを受信する宛先コネクションレス型パケット通信端末が所属する第2のエリアのコネクションレス型パケット転送ノードをコネクションの第2の設定対象として選択する第2の転送ノード選択手順と、コネクションレス型パケット転送ノードと前記送信元コネクションレス型パケット通信端末との間に配置されたコネクション交換ノードの数が最小となるコネクションレス型パケット転送ノードをコネクションの第3の設定対象として選択する第3の転送ノード選択手順と、コネクションレス型パケット転送ノードと前記宛先コネクションレス型パケット通信端末との間に配置されたコネクション交換ノードの数が最小となるコネクションレス型パケット転送ノードをコネクションの第4の設定対象として選択する第4の転送ノード選択手順と、制御装置から前記コネクション交換ノードを制御して、前記第1の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードと前記第2の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードとの間に第1のコネクションを設定する第1のコネクション設定手順と、前記制御装置から前記コネクション交換ノードを制御して、前記送信元コネクションレス型パケット通信端末と前記第3の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードとの間に第2のコネクションを設定する第2のコネクション設定手順と、前記制御装置から前記コネグション交換ノードを制御して、前記第3の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードと前記第1の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードとの間に第3のコネクションを設定する第3のコネクション設定手順と、前記制御装置から前記コネクション交換ノードを制御して、前記第4の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードと前記宛先コネクションレス型パケット通信端末との間に第4のコネクションを設定する第4のコネクション設定手順と、前記制御装置から前記コネクション交換ノードを制御して、前記第2の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードと前記第4の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードとの間に第5のコネクションを設定する第5のコネクション設定手順とを備えるものである。

【0010】

また、本発明のパケット転送方法の1構成例は、前記送信元コネクションレス型パケット通信端末から前記宛先コネクションレス型パケット通信端末へのパケットが前記第2のコネクションを使って送信されるように、前記制御装置から前記送信元コネクションレス型パケット通信端末を制御する送信設定手順と、前記送信元コネクションレス型パケット通信端末から前記宛先コネクションレス型パケット通信端末へのパケットが前記第3のコネクションへ転送されるように、前記制御装置から前記第3の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードを制御する第1の転送設定手順と、前記送信元コネクションレス型パケット通信端末から前記宛先コネクションレス型パケット通信端末へのパケットが前記第1のコネクションへ転送されるように、前記制御装置から前記第1の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードを制御する第2の転送設定手順と、前記送信元コネクションレス型パケット通信端末から前記宛先コネクションレス型パケット通信端末へのパケットが前記第5のコネクションへ転送されるように、前記制御装置から前記第2の設定

対象のコネクションレス型パケット転送ノードを制御する第3の転送設定手順と、前記送信元コネクションレス型パケット通信端末から前記宛先コネクションレス型パケット通信端末へのパケットが前記第4のコネクションへ転送されるように、前記制御装置から前記第4の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードを制御する第4の転送設定手順とを備えるものである。

【0011】

また、本発明のパケット転送方法の1構成例は、前記第1のエリア内に存在する前記第3の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードと前記第1の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードとの間をこの第1のエリア内に存在する複数のコネクションレス型パケット転送ノードとコネクションを経由して接続し、前記第2のエリア内に存在する前記第4の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードと前記第2の設定対象のコネクションレス型パケット転送ノードとの間をこの第2のエリア内に存在する複数のコネクションレス型パケット転送ノードとコネクションを経由して接続するようにしたものである。

また、本発明のパケット転送方法の1構成例は、前記コネクションレス型パケット転送ノードにおいて送受信したパケットについて送信元アドレスと宛先アドレスの対で規定されるフロー毎にフローの帯域を統計情報として記録し、記録した統計情報を前記制御装置に通知する通知手順と、前記制御装置において前記コネクションレス型パケット転送ノードから通知された統計情報に基づき、送信元アドレスと宛先アドレスと帯域の情報を前記フロー毎に登録したフローリストを作成するフローリスト作成手順とを備え、前記コネクションを設定する際に、通過するフローの帯域の合計値が所定のしきい値を超過しているコネクションレス型パケット転送ノードを前記フローリストにより検出した場合は、このコネクションレス型パケット転送ノードを経由しないコネクションを設定するようにしたものである。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、宛先コネクションレス型パケット通信端末との間に配置されたコネクション交換ノードの数が最小となるコネクションレス型パケット転送ノード（宛先コネクションレス型パケット通信端末の直近のコネクションレス型パケット転送ノード）をコネクションの設定対象として選択するため、カットスループスが利用可能なコネクション接続インタフェースの数を増加させることができる。その結果、カットスループスの数を増加させることができ、カットスループスを設定しなければパケットが経由したであろうコネクションレス型パケット転送ノードの輻輳を回避することができる。本発明では、コネクションレス型パケット転送ネットワークのコネクションレス型パケット通信端末数が増加したにも関わらず、コネクションレス型パケット通信端末に実装されたコネクション接続インタフェースの数が少ないような場合でも、コネクションレス型パケット転送ノードが輻輳しないように設定するカットスループ光パスの数を増加させることができ、コネクションレス型パケット転送ノードの輻輳を回避することが可能となる。したがって、大規模なコネクションレス型パケット転送ネットワークの通信品質を経済的に向上させ、転送容量を経済的に拡大することができる。

【0013】

また、送信元コネクションレス型パケット通信端末との間に配置されたコネクション交換ノードの数が最小となるコネクションレス型パケット転送ノードをコネクションの第1の設定対象として選択し、宛先コネクションレス型パケット通信端末との間に配置されたコネクション交換ノードの数が最小となるコネクションレス型パケット転送ノードをコネクションの第2の設定対象として選択するようにしたので、コネクションレス型パケット通信端末の台数が増えネットワーク規模が大きくなったものの、コネクションレス型パケット通信端末が持つコネクション接続インタフェースの数は増えていないようなネットワークに本発明を適用することができる。つまり、送信元コネクションレス型パケット通信端末の直近のコネクションレス型パケット転送ノードと宛先コネクションレス型パケット

通信端末の直近のコネクションレス型パケット転送ノードとを、他のコネクションレス型パケット転送ノードを経由せずに設定されるカットスループスの両端とするため、カットスループスが利用可能なコネクション接続インタフェースの数を増加させることができる。その結果、カットスループスの数を増加させることができ、カットスループスを設定しなければパケットが経由したであろうコネクションレス型パケット転送ノードの輻輳を回避することができる。

【0014】

また、送信元コネクションレス型パケット通信端末が所属する第1のエリアのコネクションレス型パケット転送ノードをコネクションの第1の設定対象とし、宛先コネクションレス型パケット通信端末が所属する第2のエリアのコネクションレス型パケット転送ノードをコネクションの第2の設定対象とし、送信元コネクションレス型パケット通信端末との間に配置されたコネクション交換ノードの数が最小となるコネクションレス型パケット転送ノードをコネクションの第3の設定対象とし、宛先コネクションレス型パケット通信端末との間に配置されたコネクション交換ノードの数が最小となるコネクションレス型パケット転送ノードをコネクションの第4の設定対象とするようにしたので、コネクションレス型パケット通信端末の台数がさらに増えネットワーク規模がより大きくなったものの、コネクションレス型パケット通信端末が持つコネクション接続インタフェースの数は増えていないようなネットワークに本発明を適用することができる。つまり、ネットワークをコネクションレス型パケット通信端末とコネクションレス型パケット転送ノードとからなるエリアに論理的に分割し、エリア内でルーチングをした後に、各エリアのコネクションレス型パケット転送ノード間にカットスループスを設定するため、エリア間に複数のカットスループスを設定でき、カットスループスが利用可能なコネクション接続インタフェースの数をさらに増加させることができる。その結果、カットスループスの数を増加させることができ、カットスループ光パスを設定しなければパケットが経由したであろうコネクションレス型パケット転送ノードの輻輳を回避することができる。

【0015】

また、コネクションレス型パケット転送ノードにおいて送受信したパケットについて送信元アドレスと宛先アドレスの対で規定されるフロー毎にフローの帯域を統計情報として記録し、記録した統計情報を制御装置に通知し、制御装置においてコネクションレス型パケット転送ノードから通知された統計情報に基づき、送信元アドレスと宛先アドレスと帯域の情報をフロー毎に登録したフローリストを作成し、コネクションを設定する際に、通過するフローの帯域の合計値が所定のしきい値を超過しているコネクションレス型パケット転送ノードをフローリストにより検出した場合は、このコネクションレス型パケット転送ノードを経由しないコネクションを設定するようにしたので、トラヒック状況に応じて積極的に輻輳を回避するようにコネクションを設定することが可能となる。その結果、コネクションレス型パケット転送ノードの輻輳を回避する効果をより高めることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

[第1の実施の形態]

以下、本発明の実施の形態について、フォトニックネットワーク上にIPv6コネクションレス転送ネットワークを構築し、IPv4 (Internet Protocol Version4) コネクションレス転送ネットワークで構成されたユーザネットワークを収容する例を用いて示す。

【0017】

図1は、本発明の第1の実施の形態となるネットワークモデルの1例を示すブロック図である。図1は、本実施の形態のネットワークモデルをパケット転送路という観点から見た構成である。以下、このようにパケット転送路という観点から見たネットワークモデルを転送面と呼ぶ。

【0018】

コネクション型ネットワークであるフォトニックネットワーク101は、コネクション交換ノードとなる波長交換機102～106と、コネクション型ネットワークの端末機能

部とから構成されている。このコネクション型ネットワークの端末機能部は、コネクションレス型パケット転送ノードとなるコアノード123, 129, 135と、コネクションレス型パケット通信端末となるエッジノード107, 111, 115, 119とから構成されている。エッジノード107, 111, 115, 119は、図11のPEルータ501に相当し、コアノード123, 129, 135は、電気Pルータ502に相当し、波長交換機102~106は、光Pルータ503に相当する。

【0019】

エッジノード107は、コネクション接続インタフェース109, 110を有し、エッジノード111は、コネクション接続インタフェース113, 114を有し、エッジノード115は、コネクション接続インタフェース117, 118を有し、エッジノード119は、コネクション接続インタフェース121, 122を有している。

また、コアノード123は、コネクション接続インタフェース124~128を有し、コアノード129は、コネクション接続インタフェース130~134を有し、コアノード135は、コネクション接続インタフェース136~140を有している。

【0020】

エッジノード107と波長交換機102との間にはコネクション型ネットワークの伝送リンクとして伝送リンク141が配置され、コアノード123と波長交換機102の間には伝送リンク142が配置され、波長交換機102と103の間には伝送リンク143が配置され、コアノード129と波長交換機103の間には伝送リンク144が配置され、波長交換機103と104の間には伝送リンク145が配置され、コアノード135と波長交換機104の間には伝送リンク146が配置され、エッジノード111と波長交換機104の間には伝送リンク147が配置され、エッジノード115と波長交換機105の間には伝送リンク148が配置され、波長交換機102と105の間には伝送リンク149が配置され、波長交換機104と106の間には伝送リンク150が配置され、エッジノード119と波長交換機106の間には伝送リンク151が配置され、コネクションとして波長パスが配置されている。

【0021】

本実施の形態では、図2に示すように、エッジノード107とコアノード123との間にデフォルト波長パスとして波長パス152が設定され、エッジノード115とコアノード123との間に波長パス153が設定され、コアノード123と129との間に波長パス154が設定され、コアノード129と135との間に波長パス155が設定され、エッジノード119とコアノード135との間に波長パス156が設定され、エッジノード111とコアノード135との間に波長パス157が設定されているものとする。

【0022】

波長パス152は、エッジノード107のコネクション接続インタフェース109を用い、またコアノード123のコネクション接続インタフェース125を用いる。波長パス153は、エッジノード115のコネクション接続インタフェース117を用い、コアノード123のコネクション接続インタフェース126を用いる。波長パス154は、コアノード123のコネクション接続インタフェース128を用い、コアノード129のコネクション接続インタフェース130を用いる。波長パス155は、コアノード129のコネクション接続インタフェース134を用い、コアノード135のコネクション接続インタフェース136を用いる。波長パス156は、エッジノード119のコネクション接続インタフェース121を用い、コアノード135のコネクション接続インタフェース138を用いる。波長パス157は、エッジノード111のコネクション接続インタフェース113を用い、コアノード135のコネクション接続インタフェース139を用いる。

【0023】

一方、コネクションレス型パケット転送ネットワークであるIPv6ネットワーク176は、IPv6パケット転送ノードであるコアノード123, 129, 135と、IPv6パケット通信端末であるエッジノード107, 111, 115, 119とから構成されている。

【0024】

また、ユーザネットワークであるIPv4ネットワーク177は、IPv4中継ノードとなるエッジノード107, 111, 115, 119と、IPv4ユーザ端末となるユーザ端末160～167とから構成されている。

エッジノード107とユーザ端末160, 161との間はそれぞれアクセスリンク168, 169によって接続され、エッジノード111とユーザ端末162, 163との間はそれぞれアクセスリンク170, 171によって接続され、エッジノード115とユーザ端末164, 165との間はそれぞれアクセスリンク172, 173によって接続され、エッジノード119とユーザ端末166, 167との間はそれぞれアクセスリンク174, 175によって接続されている。

【0025】

このネットワークモデルでは、エッジノード107, 111, 115, 119はそれぞれ転送機能部108, 112, 116, 120を有し、これらの転送機能部108, 112, 116, 120がそれぞれユーザ端末を収容する。例えば、エッジノード107配下のユーザ端末160, 161は、転送機能部108を介して他のエッジノード配下のユーザ端末とIPv4パケットを交換する。

【0026】

ユーザ端末からのIPv4パケットは、アクセスリンクを介してエッジノードに届けられる。エッジノードは、ユーザ端末から送信されたIPv4パケットを転送機能部に送り、転送機能部でIPv4パケットをIPv6パケットにカプセル化し、生成したIPv6パケットを波長パスを介してコアノードあるいは着側のエッジノードに転送する。

【0027】

コアノードは、ある波長パスから受信したIPv6パケットのヘッダを確認し、受信したIPv6パケットをIPv6転送テーブルに従って別の波長パスへ送出する。

着側のエッジノードは、受信したIPv6パケットからIPv4パケットを抽出し、このIPv4パケットのヘッダを確認して、アクセスリンクを介して宛先のユーザ端末へ転送する。

【0028】

本実施の形態において、輻輳が懸念されるコアノードを経由せずに設定される波長パスを、カットスルー光パスと称する。本実施の形態の目的は、ネットワーク規模に対しエッジノードのコネクション接続インタフェースの数が少ない場合においても、カットスルー光パス数を減らすことなく設定し、輻輳が懸念されるコアノードを経由するIPv6パケットをカットスルー光パスで転送させることである。

【0029】

このような設定を可能にするために、本実施の形態では、図1のネットワークモデル（転送面）に対して、図3のネットワークモデルを適用する。図3は、本実施の形態のネットワークモデルをコネクション設定という観点から見た構成である。以下、このようにコネクション設定という観点から見たネットワークモデルを制御面と呼ぶ。

【0030】

このネットワークモデル（制御面）は、管理ネットワーク201を介して、トラヒック制御装置202が、波長交換機102～106、コアノード123, 129, 135およびエッジノード107, 111, 115, 119と接続されている。

【0031】

ここで、波長交換機102～106にはそれぞれ波長交換テーブル215～219が内蔵され、コアノード123, 129, 135にはそれぞれIPv6転送テーブル220～222が内蔵され、エッジノード107, 111, 115, 119にはそれぞれIPv6転送テーブル223～226、IPv4転送テーブル227～230が内蔵されている。

【0032】

波長交換機102～106の波長交換テーブル215～219は、波長交換機102～106の入力インタフェース番号と入力波長と出力インタフェース番号と出力波長とを対

応付けたものである。コアノード123, 129, 135のIPv6転送テーブル220～222は、入力IPv6パケットの宛先IPアドレスと出力インタフェース番号とを対応付けたものである。エッジノード107, 111, 115, 119のIPv6転送テーブル223～226は、入力IPv4パケットの宛先IPアドレスとIPv6アドレスと出力インタフェース番号とを対応付けたものであり、IPv4転送テーブル227～230は、入力IPv4パケットの宛先IPアドレスと出力インタフェース番号とを対応付けたものである。トラヒック制御装置202は、管理ネットワーク201を介して、これらのテーブルを書き換えることができる。

【0033】

このテーブルの書き換えは、トラヒック制御装置202の図4に示すような構成によって実現される。図4のように、トラヒック制御装置202は、統計情報収集部301と、統計情報管理部302と、IPv6フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部304と、波長交換機制御部306と、エッジノード制御部307と、コアノード制御部308とから構成される。

【0034】

各エッジノード107, 111, 115, 119は、送受信したIPv6パケットについて、帯域および優先度からなる統計情報を、送信元IPv6アドレスと宛先IPv6アドレスの対で規定されるフロー毎に記録する手段と、記録した統計情報をトラヒック制御装置202に通知する手段とを有する。例えばエッジノード107, 111, 115, 119は、トラヒック制御装置202から通知間隔の設定を受け、この通知間隔毎に統計情報の記録と通知を行う。

【0035】

トラヒック制御装置202の統計情報収集部301は、エッジノード107, 111, 115, 119から統計情報を収集し、収集した情報を統計情報管理部302へ送信する。統計情報管理部302は、エッジノード107, 111, 115, 119から収集された情報を解析してIPv6フロー統計情報リストを作成・更新する。IPv6フロー統計情報リストの各エントリは、送信元IPv6アドレス、宛先IPv6アドレス、IPv6フローの優先度、IPv6フローの帯域で構成される。IPv6フロー統計情報リストは、IPv6フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部304へ送付される。

【0036】

IPv6フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部304は、まずIPv6フロー統計情報リストを優先度が高い順にソートし、かつ同一優先度のフローについては帯域が広い順にソートする。そして、IPv6フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部304は、ソートしたIPv6フロー統計情報リストに登録されているフローに対してこのフローの送信元エッジノードと宛先エッジノードとの間に波長パス（コネクション）を設定すると仮定して波長パスの候補を割り当てることを、IPv6フロー統計情報リストの最上位から順に全てのフローについて行い、波長パス候補リスト（コネクション候補リスト）を作成する。波長パス候補リストは、フローの送信元エッジノードと宛先エッジノードとフローの優先度とフローの帯域とを対応付けたものである。

【0037】

例えば、エッジノード107の転送機能部108のIPv6アドレスを「IPv6#A」、エッジノード111の転送機能部112のIPv6アドレスを「IPv6#B」、エッジノード115の転送機能部116のIPv6アドレスを「IPv6#C」、エッジノード119の転送機能部120のIPv6アドレスを「IPv6#D」とすると、IPv6フロー統計情報リストにおいて、送信元IPv6アドレスが「IPv6#A」で宛先IPv6アドレスが「IPv6#B」のフローは、送信元エッジノードが107で宛先エッジノードが112の波長パスに割り当てられる。

【0038】

次に、IPv6フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部304は、波長パス候補リストを優先度が高い順にソートし、かつ同一優先度の波長パス候補については優先度

毎に帯域が広い順にソートする。続いて、IPv6フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部304は、ソートした波長パス候補リストから波長パス候補を抽出して、この波長パス候補についてエッジノードのコネクション接続インタフェースの予約を行う。このような予約を波長パス候補リストの最上位から順に全ての波長パス候補について行う。そして、IPv6フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部304は、波長パス候補リストにおいて前記予約が可能な波長パス候補を設定すべき波長パス（波長パス解）と見なして波長パス解リストに加える。

【0039】

次に、IPv6フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部304は、波長パス解リストの最上位の波長パスを送信元エッジノードと宛先エッジノードとの間に設定する場合のフォトニックネットワーク101における経路を計算し、計算した経路上にある伝送リンクにおいて前記波長パス解リストの最上位の波長パスを伝送する際に必要となる伝送リソースを確保できるかどうかを判定する。

【0040】

IPv6フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部304は、伝送リソースを確保できると判断した場合、前記波長パス解リストの最上位の波長パスを設定するように波長交換機102～106の交換機能を制御し、前記波長パス解リストの最上位の波長パスに割り当てられたフローがこの波長パスを使って送信されるようにフローの送信元のエッジノードの送信機能を制御する。さらに、IPv6フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部304は、前記波長パス解リストの最上位の波長パスに割り当てられたフローがこの波長パスを使って宛先エッジノードへ転送されるようにコアノードの転送機能を制御し、前記最上位の波長パスを波長パス解リストから削除する。

【0041】

IPv6フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部304は、以上のようなIPv6フロー統計情報リストのソートからコアノードの制御までを波長パス解リストが空になるまで繰り返し行う。

なお、IPv6フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部304は、計算した経路上にある伝送リンクにおいて波長パスを伝送する際に必要となる伝送リソースを確保できないと判断した場合、前記最上位の波長パスを波長パス解リストから除いて波長パス候補リストに加える。

【0042】

以上のような制御により、IPv6ネットワーク176上のIPv6フローを、優先度と帯域とを考慮して、フォトニックネットワーク101上の波長パスに対する最適な割り当てを計算し、かつフォトニックネットワーク101上の波長パスの最適なルーチングを計算する。

【0043】

ここで、図5を用いてカットスルー光パスを設定しない例を説明する。図5の例では、カットスルー光パスが設定されないため、エッジノード間のIPv6経路は全て直近のコアノードからコアノードをホップして転送される。例えば、エッジノード107からエッジノード111へ向かうIPv6経路158は、波長パス152を通過してコアノード123をホップし、波長パス154を通過してコアノード129をホップし、波長パス155を通過してコアノード135をホップし、波長パス157を通過してエッジノード111に達するように設定されている。前述のように、波長パス152はエッジノード107のコネクション接続インタフェース109を用い、波長パス157はエッジノード111のコネクション接続インタフェース113を用いる。

【0044】

一方、エッジノード107からエッジノード119へ向かうIPv6経路159は、波長パス152を通過してコアノード123をホップし、波長パス154を通過してコアノード129をホップし、波長パス155を通過してコアノード135をホップし、波長パス156を通過してエッジノード119に達するように設定されている。前述のように、波長パス

156はエッジノード119の接続接続インタフェース121を用いる。

【0045】

ここで、コアノード129が輻輳しているため、IPv6経路はコアノード129を迂回しなければならないと仮定する。このような仮定に基づき、従来の技術でカットスルー光パスを設定した例を図6に示す。従来の技術は、エッジノード間にカットスルー光パスを設定する。図6において、従来の技術を用いて、まず、IPv6経路159をカットスルー光パスに通すため、エッジノード107の接続接続インタフェース110とエッジノード119の接続接続インタフェース122とを波長パス178で接続する。そして、IPv6経路159を、波長パス178に通す。

【0046】

続いて、IPv6経路158をカットスルー光パスに通すため、エッジノード107とエッジノード111との間にカットスルー光パスを設定しようとするが、エッジノード107の接続接続インタフェースがすべて使用されているため、カットスルー光パスを設定できず、IPv6経路158はコアノード129を経由したままになる。このため、コアノード129の輻輳を完全に回避することはできない。

【0047】

次に、本実施の形態の技術でカットスルー光パスを設定した例を図7に示す。本実施の形態では、エッジノードとコアノード間にカットスルー光パスを設定する。

トラヒック制御装置202のIPv6フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部304は、前述のように波長パスを設定する際、この波長パスに割り当てられたフローの宛先エッジノードとコアノードとの間に配置された波長交換機の数が最小となるコアノードを波長パスの設定対象として選択する（すなわち、宛先エッジノードの直近のコアノードを選択する）。

【0048】

続いて、IPv6フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部304は、波長交換機制御部306を介して波長交換機102～106の波長交換テーブル215～219を設定して、フローの送信元エッジノードと前記設定対象のコアノードとの間に波長パス（第1の接続）を設定すると共に、前記設定対象のコアノードとフローの宛先エッジノードとの間に波長パス（第2の接続）を設定する。

【0049】

また、IPv6フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部304は、エッジノード制御部307を介してエッジノード107、111、115、119のIPv6転送テーブル223～226を設定し、前記波長パスに割り当てられたフローが送信元エッジノードと前記設定対象のコアノードとの間に設定された波長パスを使って送信されるように送信元エッジノードの送信機能を制御する。

【0050】

さらに、IPv6フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部304は、コアノード制御部308を介して前記設定対象のコアノードのIPv6転送テーブルを設定し、前記波長パスに割り当てられたフローが前記設定対象のコアノードと宛先エッジノードとの間に設定された波長パスへ転送されるように前記設定対象のコアノードの転送機能を制御する。

【0051】

図7の例では、まずIPv6経路159をカットスルー光パスに通すため、宛先エッジノード119の直近のコアノード135を設定対象のコアノードとして選択し、トラヒック制御装置202により波長交換機102～104の波長交換テーブル215～217を書き換えて、送信元エッジノード107の接続接続インタフェース110とコアノード135の接続接続インタフェース137とを波長パス179で接続する。コアノード135と宛先エッジノード119との間には、波長パス156が既に設定されているので、波長パスを新たに設定する必要はない。

【0052】

続いて、トラフィック制御装置 202 によりエッジノード 107 の IPv6 転送テーブル 223 とコアノード 135 の IPv6 転送テーブル 222 とエッジノード 119 の IPv6 転送テーブル 226 とを書き換えて、IPv6 経路 159 を波長パス 179、コアノード 135、波長パス 156 を経由して通す。こうして、送信元のエッジノード 107 は、エッジノード 119 宛のパケットを IPv6 転送テーブル 223 に従って、コアノード 135 に接続された波長パス 179 に送信し、コアノード 135 は、受信したパケットの宛先 IPv6 アドレスを調べ、IPv6 転送テーブル 222 に従って、宛先エッジノード 119 に接続された波長パス 156 にパケットを転送し、宛先エッジノード 119 は、パケットを受信する。

【0053】

次に、IPv6 経路 158 をカットスルー光パスに通すことを考える。この場合、宛先エッジノード 111 の直近のコアノード 135 を設定対象のコアノードとして選択する。送信元エッジノード 107 とコアノード 135 との間には既に波長パス 179 が設定されており、コアノード 135 と宛先エッジノード 111 との間にも既に波長パス 157 が設定されているので、波長パスを新たに設定する必要はない。

【0054】

トラフィック制御装置 202 は、コアノード 135 の IPv6 転送テーブル 222 を書き換えて、IPv6 経路 158 を波長パス 179、コアノード 135、波長パス 157 を経由して通す。こうして、送信元エッジノード 107 は、エッジノード 111 宛のパケットを IPv6 転送テーブル 223 に従って、コアノード 135 に接続された波長パス 179 に送信し、コアノード 135 は、受信したパケットの宛先 IPv6 アドレスを調べ、IPv6 転送テーブル 222 に従って、宛先エッジノード 111 に接続された波長パス 157 にパケットを転送し、宛先エッジノード 111 は、パケットを受信する。

【0055】

以上のような制御により、IPv6 経路 158、159 を、宛先エッジノードの直近のコアノードを経由したカットスルー光パスに通すことで、エッジノードのコネクション接続インタフェースが少ない場合でも、輻輳しているコアノード 129 を回避するように設定することができる。

【0056】

本実施の形態では、通常、コアノード（電気 P ルータ）がエッジノード（PE ルータ）よりも多くのコネクション接続インタフェースを持つことを利用して、カットスルー光パスを送信元エッジノードと宛先エッジノードの直近のコアノードとの間に設定することにより、カットスルー光パスの数を増加させ、輻輳するコアノードを最小限に抑えることができる。このような技術により、コネクションレス型パケット転送ネットワークのエッジノード数が増加したにも関わらず、エッジノードに実装されたコネクション接続インタフェースの数が少ないような場合でも、コアノードが輻輳しないように設定するカットスルー光パスの数を増加させることができ、コアノードの輻輳を回避することが可能となる。したがって、大規模なコネクションレス型パケット転送ネットワークの通信品質を経済的に向上させ、転送容量を経済的に拡大することができる。

【0057】

なお、エッジノード 111 のコネクション接続インタフェース 114 やコアノード 135 のコネクション接続インタフェース 140 が使用されていないため、トラフィック制御装置 202 により波長交換機 104 の波長交換テーブル 217 を書き換えて、コネクション接続インタフェース 114 とコネクション接続インタフェース 140 とを用いる新たな波長パスをコアノード 135 とエッジノード 111 との間に設定し、波長パス 157 の負荷を軽減することも可能である。

【0058】

【第 2 の実施の形態】

次に、本発明の第 2 の実施の形態について説明する。本実施の形態においても、ネットワークモデルの構成は第 1 の実施の形態と同様であるので、図 1 ～図 4 の符号を用いて説

明する。第1の実施の形態では、宛先エッジノードの直近のコアノードのみを波長パスの設定対象としたが、送信元エッジノードの直近のコアノードについても波長パスの設定対象とすることができる。

【0059】

本実施の形態のコネクション設定の様子を図8に示す。図8は図1のネットワークモデルを簡略化したものである。トラヒック制御装置202のIPv6フロー割り当て/波長パスルーチング計算設定部304は、前述のように波長パスを設定する際、この波長パスに割り当てられたフローの送信元エッジノードとコアノードとの間に配置された波長交換機の数が最小となるコアノードを波長パスの設定対象N1（第1の設定対象）として選択する。また、IPv6フロー割り当て/波長パスルーチング計算設定部304は、第1の実施の形態と同様に、宛先エッジノードの直近のコアノードを波長パスの設定対象N2（第2の設定対象）として選択する。

【0060】

続いて、IPv6フロー割り当て/波長パスルーチング計算設定部304は、波長交換機制御部306を介して波長交換機102～106の波長交換テーブル215～219を設定して、設定対象N1のコアノードと設定対象N2のコアノードとの間に波長パスP1（第1のコネクション）を設定し、送信元エッジノードと設定対象N1のコアノードとの間に波長パスP2（第2のコネクション）を設定し、設定対象N2のコアノードと宛先エッジノードとの間に波長パスP3（第3のコネクション）を設定する。

【0061】

次に、IPv6フロー割り当て/波長パスルーチング計算設定部304は、エッジノード制御部307を介してエッジノード107, 111, 115, 119のIPv6転送テーブル223～226を設定し、前記波長パスに割り当てられたフローが送信元エッジノードと設定対象N1のコアノードとの間に設定された波長パスP2を使って送信されるように送信元エッジノードの送信機能を制御する。

【0062】

また、IPv6フロー割り当て/波長パスルーチング計算設定部304は、コアノード制御部308を介して設定対象N1のコアノードのIPv6転送テーブルを設定し、前記波長パスに割り当てられたフローが設定対象N1のコアノードと設定対象N2のコアノードとの間に設定された波長パスP1へ転送されるように設定対象N1のコアノードの転送機能を制御する。

【0063】

さらに、IPv6フロー割り当て/波長パスルーチング計算設定部304は、コアノード制御部308を介して設定対象N2のコアノードのIPv6転送テーブルを設定し、前記波長パスに割り当てられたフローが設定対象N2のコアノードと宛先エッジノードとの間に設定された波長パスP3へ転送されるように設定対象N2のコアノードの転送機能を制御する。

【0064】

以上のような波長パスの設定と送信元エッジノードおよびコアノードに対する制御により、送信元エッジノードは、IPv6転送テーブルに従って、設定対象N1のコアノードに接続された波長パスP2にパケットを送信し、設定対象N1のコアノードは、受信したパケットの宛先IPv6アドレスを調べ、IPv6転送テーブルに従って、設定対象N2のコアノードに接続された波長パスP1にパケットを転送し、設定対象N2のコアノードは、受信したパケットの宛先IPv6アドレスを調べ、IPv6転送テーブルに従って、宛先エッジノードに接続された波長パスP3にパケットを転送し、宛先エッジノードは、パケットを受信する。

【0065】

本実施の形態は、第1の実施の形態に比べてエッジノードの台数が増えネットワーク規模が大きくなったものの、エッジノードが持つコネクション接続インタフェースの数は増えていないようなネットワークに適しており、具体的な手段としては、送信元エッジノード

ドの直近のコアノードと宛先エッジノードの直近のコアノードとをカットスルー光パス P1 の両端とするため、カットスルー光パスが利用可能な接続接続インタフェースの数を増加させることができる。その結果、カットスルー光パスの数を増加させることができ、カットスルー光パスを設定しなければ IPv6 パケットが経由したであろうコアノードの輻輳を回避することができる。

【0066】

[第3の実施の形態]

次に、本発明の第3の実施の形態について説明する。本実施の形態においても、ネットワークモデルの構成は第1の実施の形態と同様であるので、図1～図4の符号を用いて説明する。第2の実施の形態では、送信元エッジノードの直近のコアノードと宛先エッジノードの直近のコアノードとを接続で直接接続していたが、これらのコアノード間に別のコアノードが存在してもよい。

【0067】

本実施の形態の接続設定の様子を図9に示す。図9は図1のネットワークモデルを簡略化したものである。トラフィック制御装置202のIPv6フロー割り当て/波長パスルーチング計算設定部304は、前述のように波長パスを設定する際、この波長パスに割り当てられたフローの送信元エッジノードが所属するエリアA1のコアノードを波長パスの設定対象N11（第1の設定対象）として選択し、フローの宛先エッジノードが所属するエリアA2のコアノードを波長パスの設定対象N12（第2の設定対象）として選択する。

【0068】

また、IPv6フロー割り当て/波長パスルーチング計算設定部304は、第2の実施の形態と同様に、送信元エッジノードの直近のコアノードを波長パスの設定対象N13（第3の設定対象）として選択し、宛先エッジノードの直近のコアノードを波長パスの設定対象N14（第4の設定対象）として選択する。

【0069】

続いて、IPv6フロー割り当て/波長パスルーチング計算設定部304は、波長交換機制御部306を介して波長交換機102～106の波長交換テーブル215～219を設定して、設定対象N11のコアノードと設定対象N12のコアノードとの間に波長パスP11（第1の接続）を設定し、送信元エッジノードと設定対象N13のコアノードとの間に波長パスP12（第2の接続）を設定し、設定対象N13のコアノードと設定対象N11のコアノードとの間に波長パスP13（第3の接続）を設定し、設定対象N14のコアノードと宛先エッジノードとの間に波長パスP14（第4の接続）を設定し、設定対象N12のコアノードと設定対象N14のコアノードとの間に波長パスP14（第5の接続）を設定する。

【0070】

次に、IPv6フロー割り当て/波長パスルーチング計算設定部304は、エッジノード制御部307を介してエッジノード107, 111, 115, 119のIPv6転送テーブル223～226を設定し、前記波長パスに割り当てられたフローが送信元エッジノードと設定対象N13のコアノードとの間に設定された波長パスP12を使って送信されるように送信元エッジノードの送信機能を制御する。

【0071】

また、IPv6フロー割り当て/波長パスルーチング計算設定部304は、コアノード制御部308を介して設定対象N13のコアノードのIPv6転送テーブルを設定し、前記波長パスに割り当てられたフローが設定対象N13のコアノードと設定対象N11のコアノードとの間に設定された波長パスP13へ転送されるように設定対象N13のコアノードの転送機能を制御する。

【0072】

また、IPv6フロー割り当て/波長パスルーチング計算設定部304は、コアノード制御部308を介して設定対象N11のコアノードのIPv6転送テーブルを設定し、前

記波長パスに割り当てられたフローが設定対象N11のコアノードと設定対象N12のコアノードとの間に設定された波長パスP11へ転送されるように設定対象N11のコアノードの転送機能を制御する。

【0073】

また、IPv6フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部304は、コアノード制御部308を介して設定対象N12のコアノードのIPv6転送テーブルを設定し、前記波長パスに割り当てられたフローが設定対象N12のコアノードと設定対象N14のコアノードとの間に設定された波長パスP15へ転送されるように設定対象N12のコアノードの転送機能を制御する。

【0074】

さらに、IPv6フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部304は、コアノード制御部308を介して設定対象N14のコアノードのIPv6転送テーブルを設定し、前記波長パスに割り当てられたフローが設定対象N14のコアノードと宛先エッジノードとの間に設定された波長パスP14へ転送されるように設定対象N14のコアノードの転送機能を制御する。

【0075】

以上のような波長パスの設定と送信元エッジノードおよびコアノードに対する制御により、送信元エッジノードは、IPv6転送テーブルに従って、設定対象N13のコアノードに接続された波長パスP12にパケットを送信し、設定対象N13のコアノードは、受信したパケットの宛先IPv6アドレスを調べ、IPv6転送テーブルに従って、設定対象N11のコアノードに接続された波長パスP13にパケットを転送し、設定対象N11のコアノードは、受信したパケットの宛先IPv6アドレスを調べ、IPv6転送テーブルに従って、設定対象N12のコアノードに接続された波長パスP11にパケットを転送する。

【0076】

そして、設定対象N12のコアノードは、受信したパケットの宛先IPv6アドレスを調べ、IPv6転送テーブルに従って、設定対象N14のコアノードに接続された波長パスP15にパケットを転送し、設定対象N14のコアノードは、受信したパケットの宛先IPv6アドレスを調べ、IPv6転送テーブルに従って、宛先エッジノードに接続された波長パスP14にパケットを転送し、宛先エッジノードは、パケットを受信する。

【0077】

本実施の形態は、第1、第2の実施の形態に比べてエッジノードの台数がさらに増えネットワーク規模が大きくなったものの、エッジノードが持つコネクション接続インタフェースの数は増えていないようなネットワークに適しており、具体的な手段としては、ネットワークをエッジノードとコアノードとからなるエリアに論理的に分割し、エリア内でIPv6ルーチングをした後に、各エリアのコアノード間にカットスルー光パスを設定するため、エリア間に複数のカットスルー光パスを設定でき、カットスルー光パスが利用可能なコネクション接続インタフェース数をさらに増加させることができる。設定可能なカットスルー光パスの数は、論理的にはエリアに存在するコアノードの数×コアノードが持つコネクション接続インタフェースの数である。その結果、カットスルー光パスの数を増加させることができ、カットスルー光パスを設定しなければIPv6パケットが経由したであろうコアノードの輻輳を回避することができる。

【0078】**[第4の実施の形態]**

第3の実施の形態では、図9に示すように、設定対象N13のコアノードと設定対象N11のコアノードとの間をコネクションで直接接続し、同様に設定対象N14のコアノードと設定対象N12のコアノードとの間をコネクションで直接接続していたが、同一エリアに所属するコアノード間を少なくとも1台のコアノードとコネクションを経由して接続するようにしてもよい。

【0079】

図10は、本実施の形態のコネクション設定の様子を示す図であり、図9と同一の構成には同一の符号を付してある。図10の例では、エリアA1に所属する設定対象N13のコアノードと設定対象N11のコアノードとの間を複数のコアノードN15とコネクションを経由して接続し、またエリアA2に所属する設定対象N14のコアノードと設定対象N12のコアノードとの間を複数のコアノードN16とコネクションを経由して接続している。

【0080】

〔第5の実施の形態〕

第1～第4の実施の形態において、各コアノードは、送受信したパケットについて送信元アドレスと宛先アドレスの対で規定されるフロー毎にフローの帯域を統計情報として記録し、記録した統計情報をトラヒック制御装置202に通知するようにしてもよい。例えばコアノードは、トラヒック制御装置202から通知間隔の設定を受け、この通知間隔毎に統計情報の記録と通知を行う。

【0081】

トラヒック制御装置202の統計情報収集部301は、コアノードから統計情報を収集し、収集した情報を統計情報管理部302へ送信する。統計情報管理部302は、コアノードから収集された情報を解析してフローリストを作成・更新する。このフローリストの各エントリは、送信元IPv6アドレス、宛先IPv6アドレス、IPv6フローの帯域で構成される。フローリストは、IPv6フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部304へ送付される。

【0082】

IPv6フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部304は、第1の実施の形態で説明した方法により設定すべき波長パスを決定して、この波長パスを設定するとき、通過するフローの帯域の合計値が所定のしきい値を超過しているコアノードをフローリストにより検出した場合は、このコアノードを経由しないように波長パスを設定する。

本実施の形態では、帯域のしきい値を設定することで、トラヒック状況に応じて積極的に輻輳を回避するようにコネクションを設定することが可能となる。

【産業上の利用可能性】

【0083】

本発明は、コネクション型ネットワーク上に論理的なコネクションレス型パケット転送ネットワークを構築する場合に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0084】

【図1】本発明の第1の実施の形態となるネットワークモデルのパケット転送路に係る構成を示すブロック図である。

【図2】図1のネットワークモデルにおいて設定されたコアノードへのデフォルト波長パスを示す図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態となるネットワークモデルのコネクション設定に係る構成を示すブロック図である。

【図4】本発明の第1の実施の形態におけるトラヒック制御装置の構成を示すブロック図である。

【図5】図1のネットワークモデルにおいてカットスルー光パスを設定しない例を示す図である。

【図6】図1のネットワークモデルにおいて従来の技術でカットスルー光パスを設定した例を示す図である。

【図7】図1のネットワークモデルにおいて本発明の実施の形態の技術でカットスルー光パスを設定した例を示す図である。

【図8】本発明の第2の実施の形態におけるコネクション設定の様子を示す図である。

【図9】本発明の第3の実施の形態におけるコネクション設定の様子を示す図である。

。【図 10】本発明の第 4 の実施の形態におけるコネクション設定の様子を示す図である。

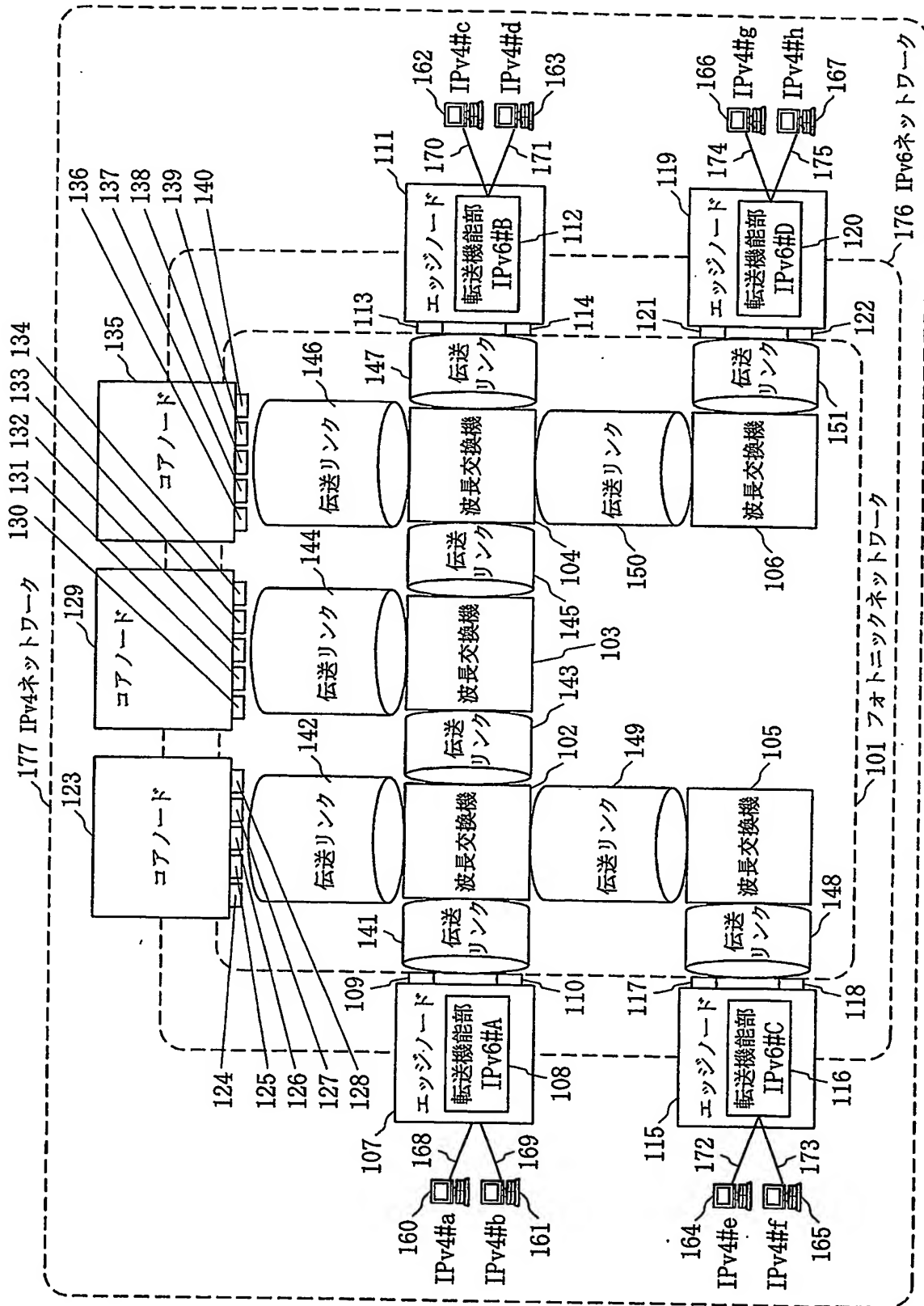
【図 11】従来のテラビット級スーパーネットワークの構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

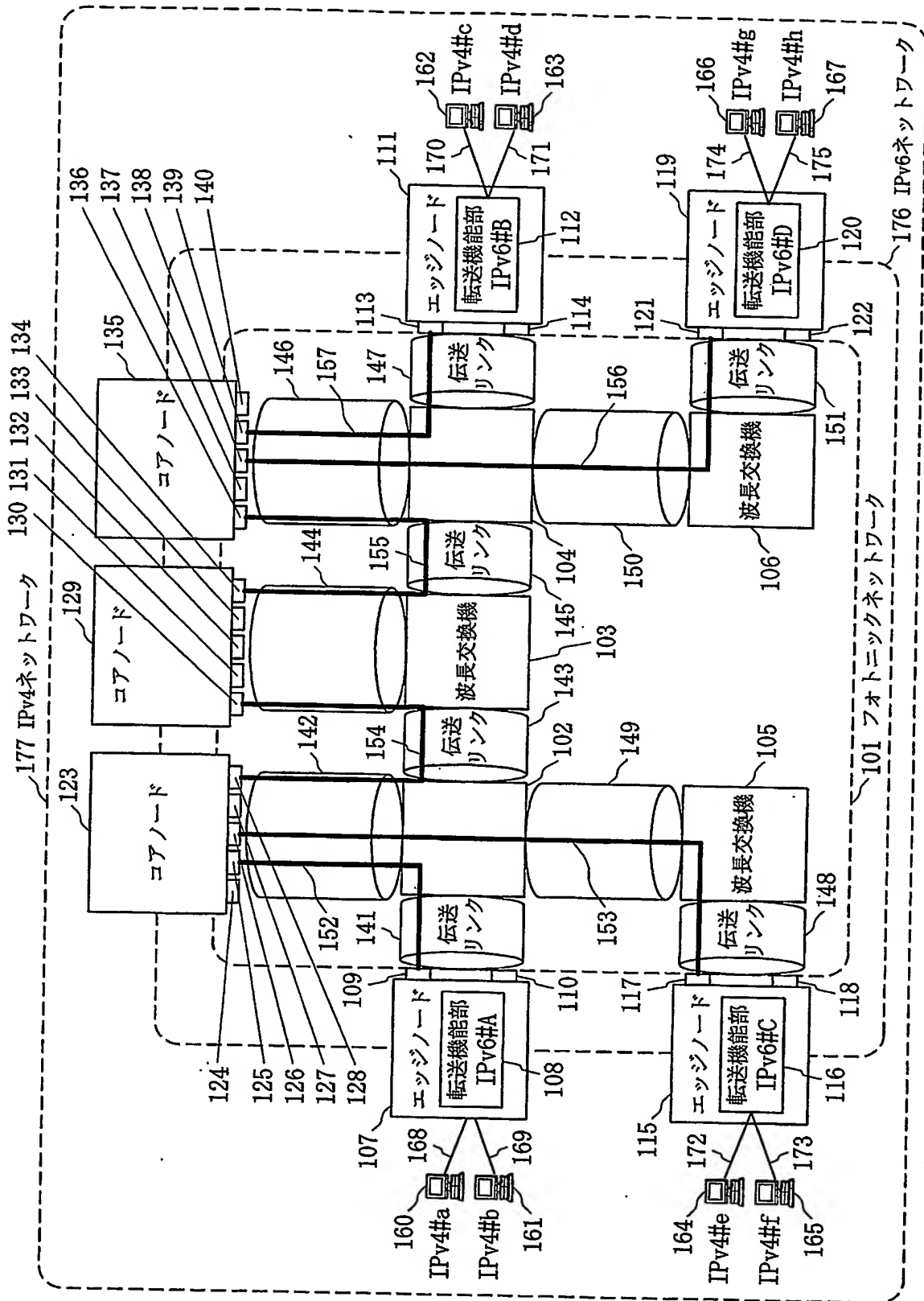
【0085】

101…フォトニックネットワーク、102～106…波長交換機、107、111、115、119…エッジノード、109、110、113、114、117、118、121、122…エッジノードのコネクション接続インタフェース、123、129、135…コアノード、124～128、130～134、136～140…コアノードのコネクション接続インタフェース、141～151…伝送リンク、160～167…ユーザ端末、168～175…アクセスリンク、176…IPv6 ネットワーク、177…IPv4 ネットワーク、201…管理ネットワーク、202…トラフィック制御装置、215～219…波長交換テーブル、220～226…IPv6 転送テーブル、227～230…IPv4 転送テーブル、301…統計情報収集部、302…統計情報管理部、304…IPv6 フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部、306…波長交換機制御部、307…エッジノード制御部、308…コアノード制御部。

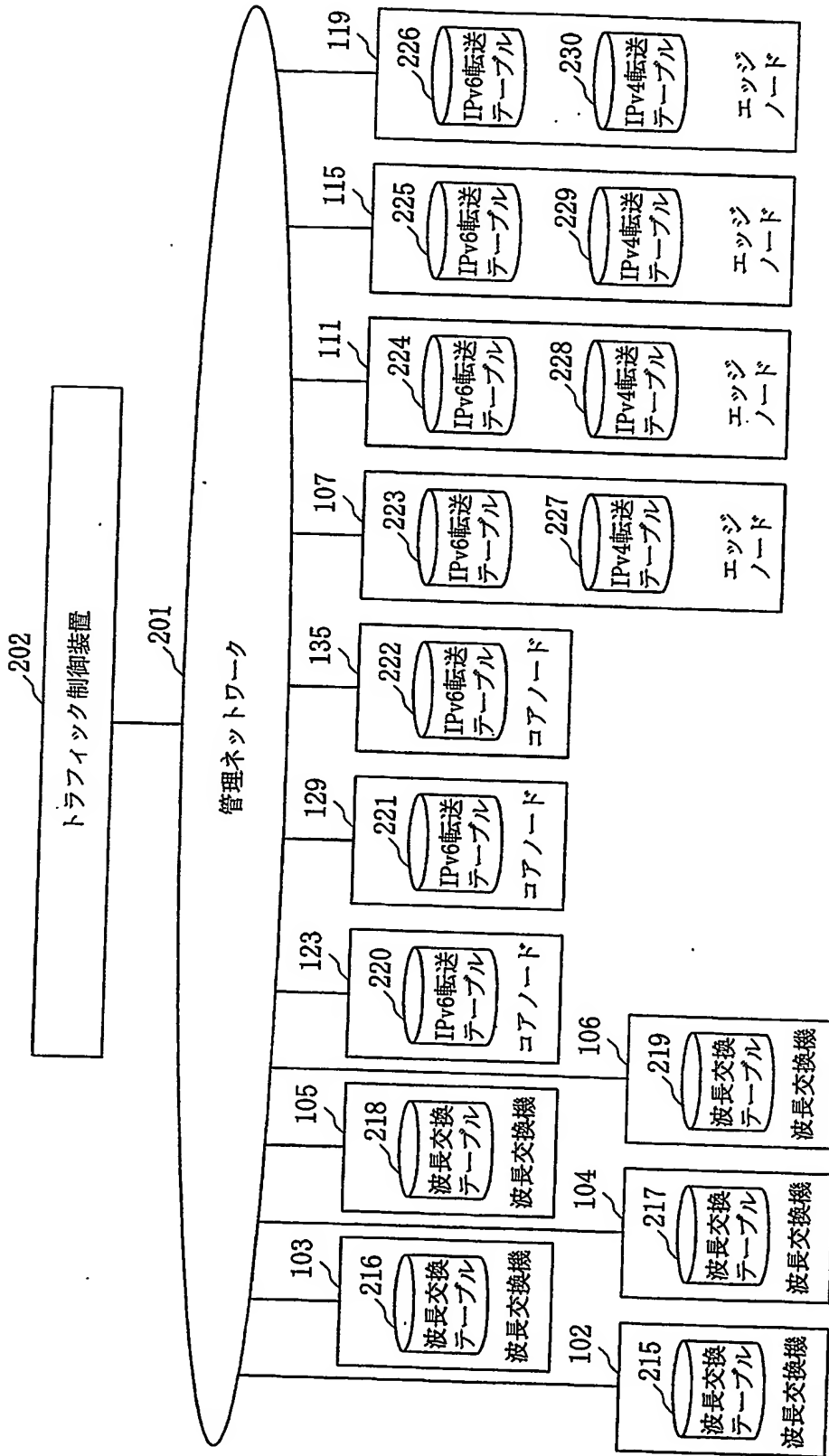
【書類名】 図面
【図 1】



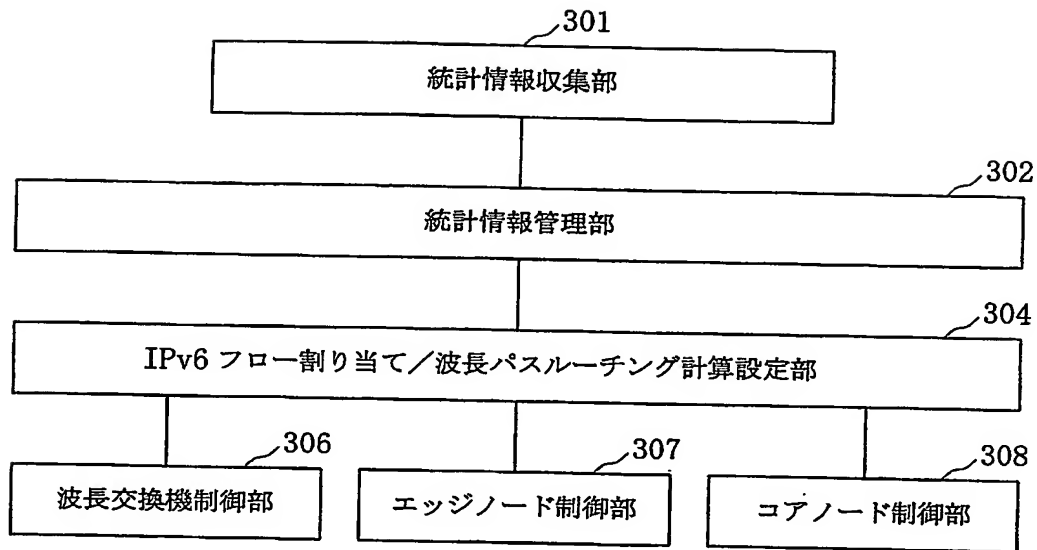
【図2】



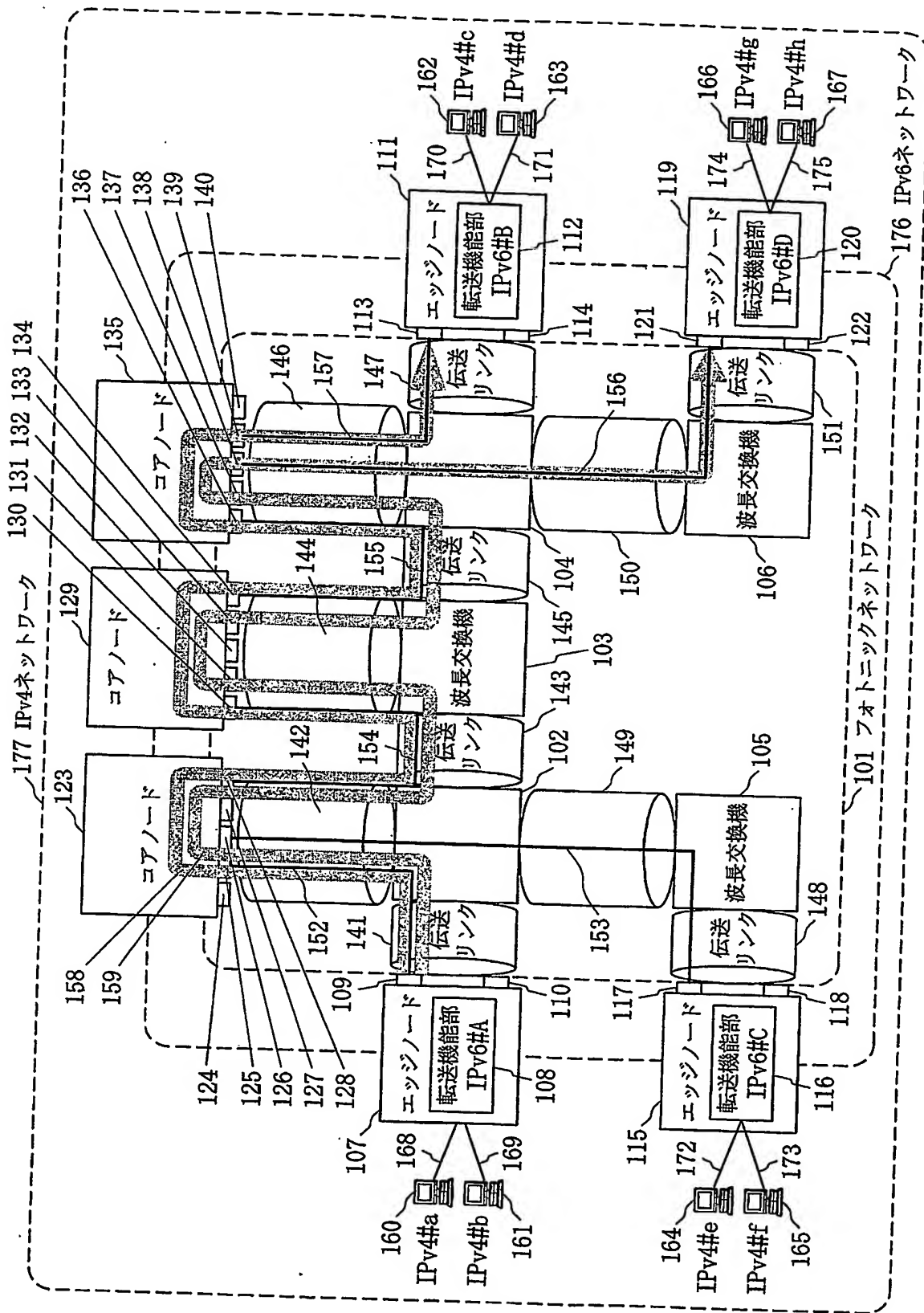
【図3】



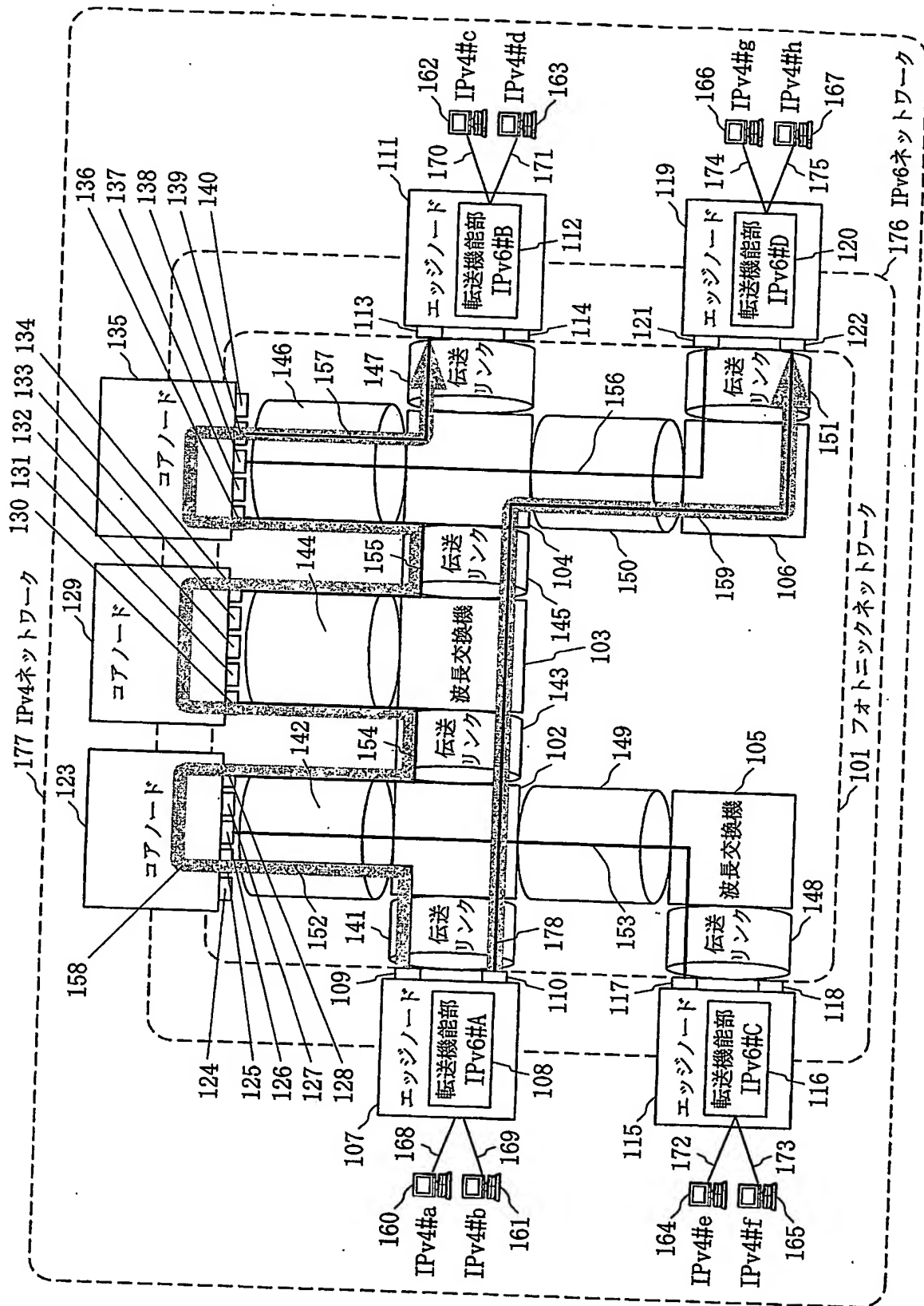
【図 4】



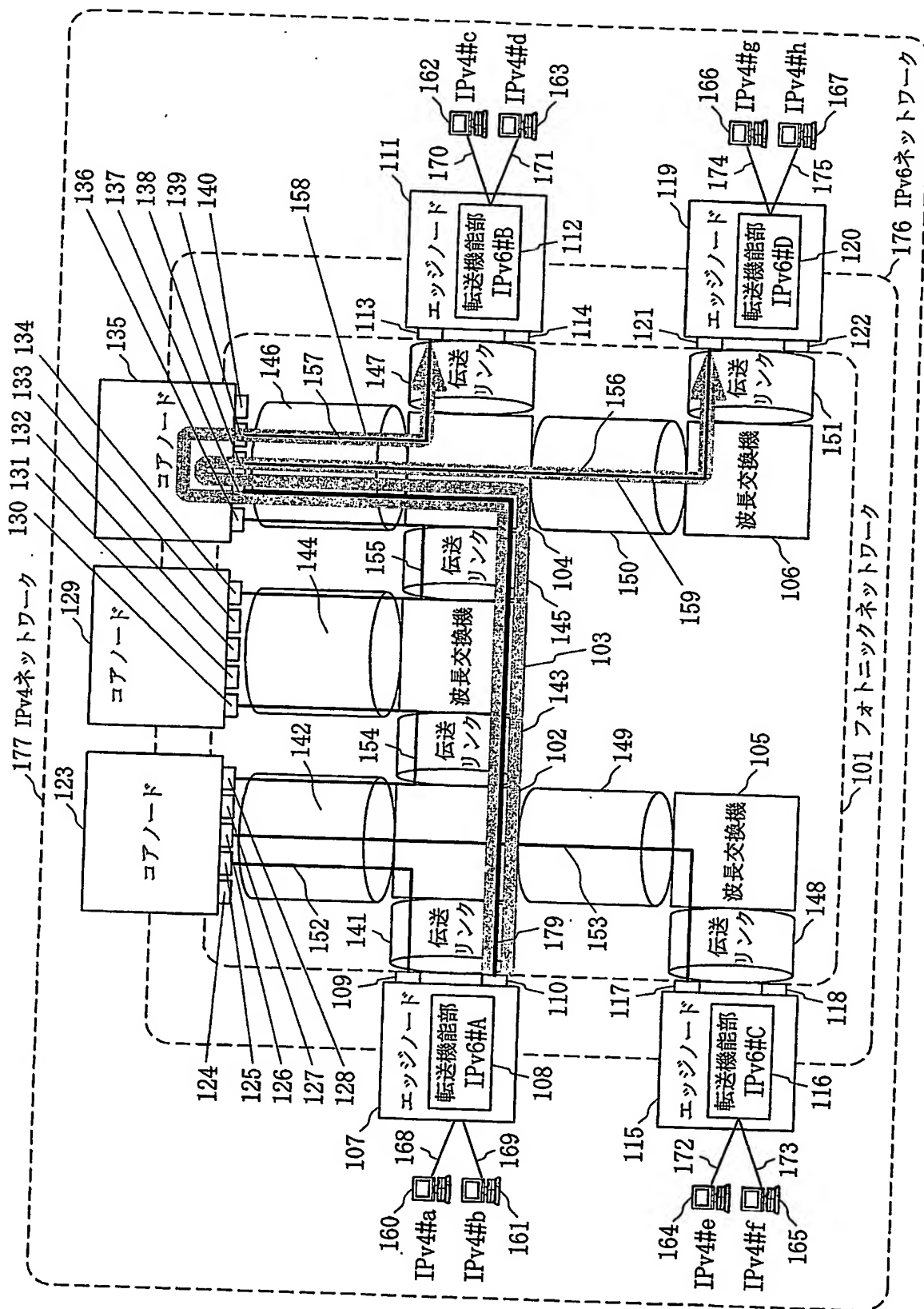
【図5】



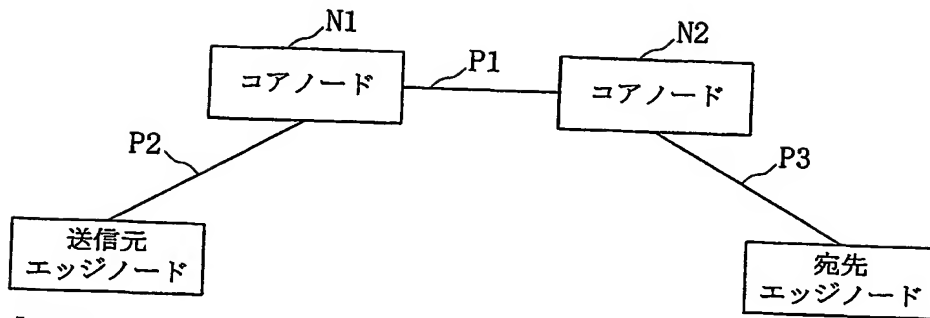
【図6】



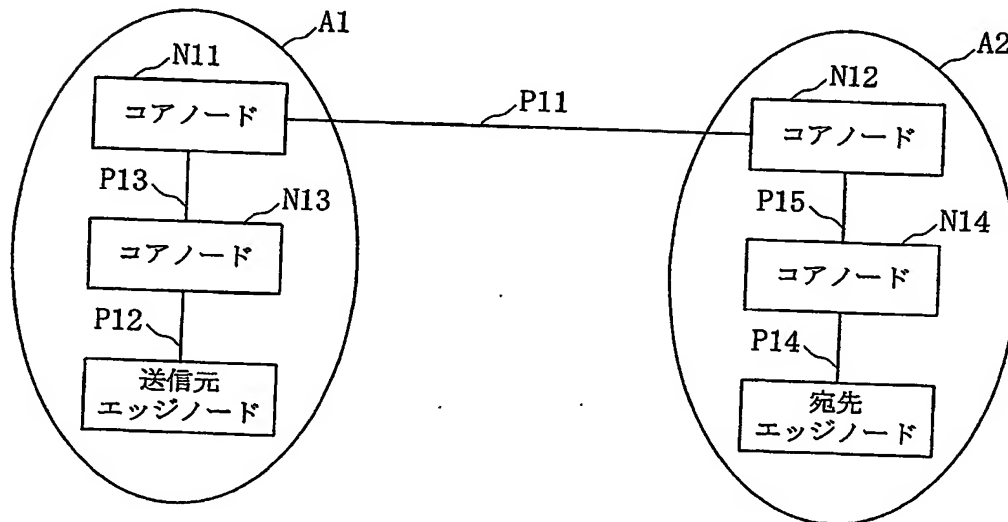
【図7】



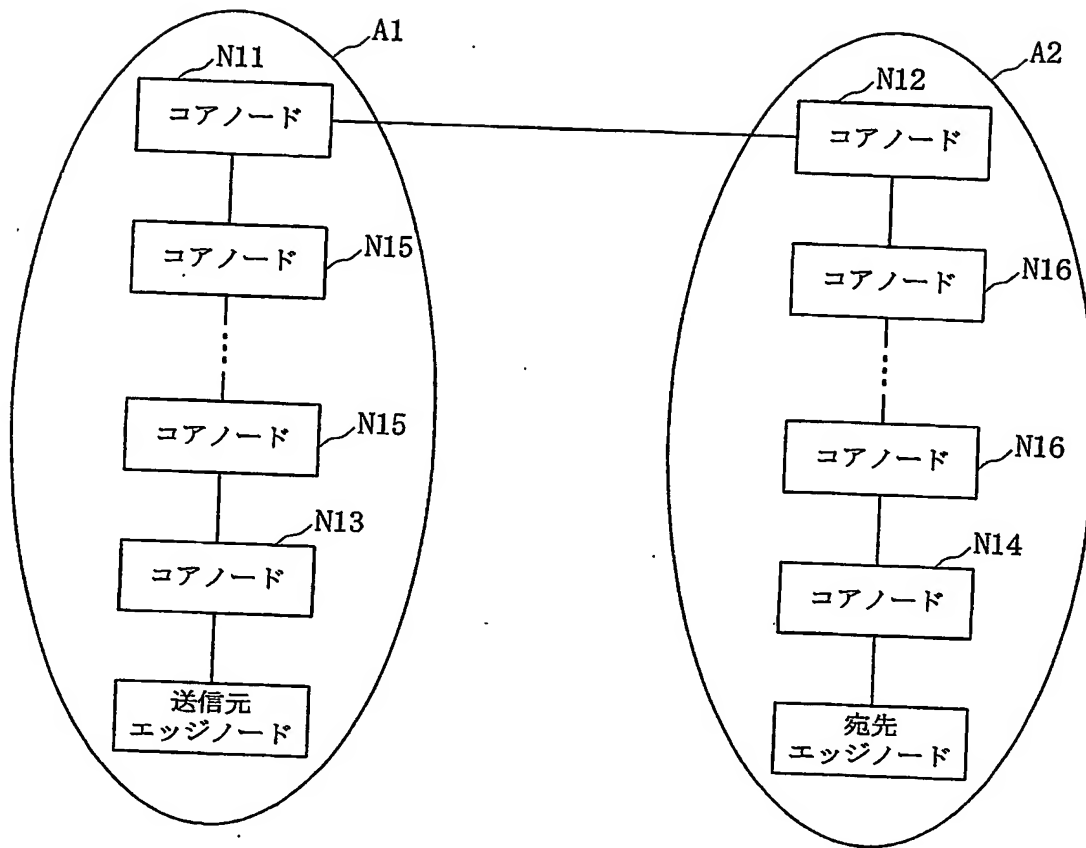
【図8】



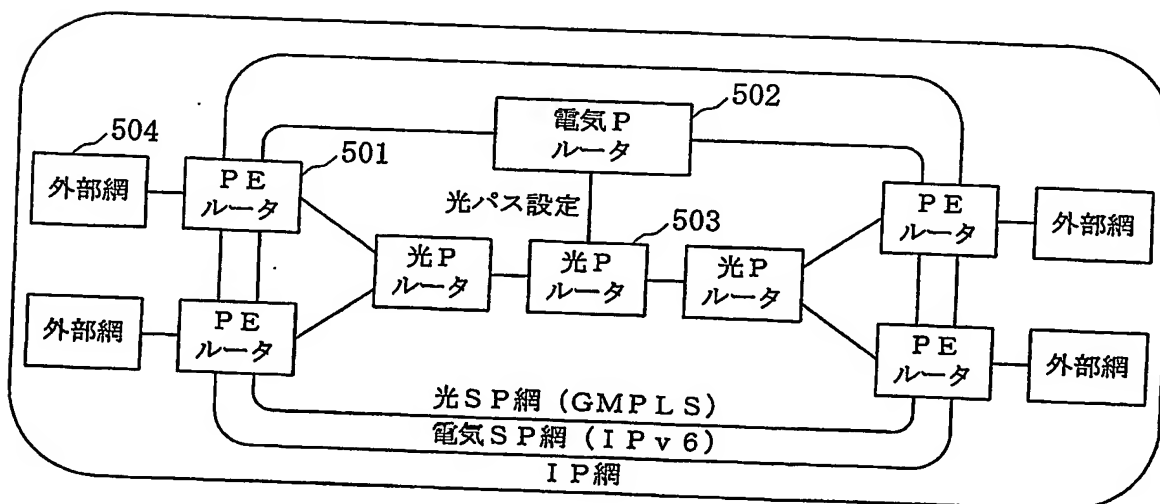
【図9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 網内に設定できるカットスルー光パスの本数を増加させる。

【解決手段】

コアノード123, 129, 135がエッジノード107, 111, 115, 119よりも多くのコネクション接続インタフェースを持つことを利用して、カットスルー光パスを送信元エッジノードと宛先エッジノードの直近のコアノードとの間に設定する。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000004226]

1. 変更年月日
[変更理由]
住 所
氏 名

1999年 7月15日
住所変更
東京都千代田区大手町二丁目3番1号
日本電信電話株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.